

# L'astronomie dans le monde

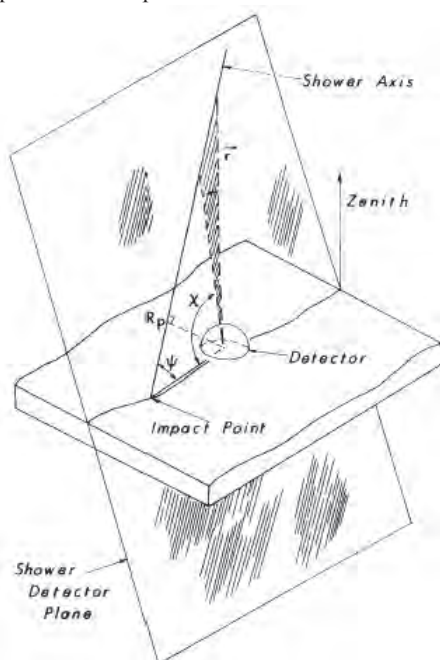
## Rayons cosmiques exceptionnels

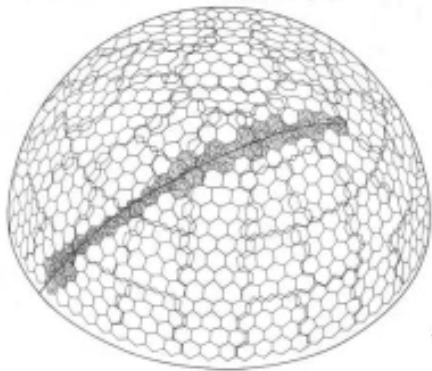
Les résultats de l'observatoire de l'Université de l'Utah « High-Resolution Fly Eye » (HiRes) montrent que les rayons cosmiques les plus énergétiques viennent de si loin qu'il ont souvent perdu une bonne partie de leur énergie en cours de route par suite des collisions avec les photons du rayonnement relique du Big Bang. Cette découverte est basée sur neuf années d'observations et confirment une prédiction datant de plus de quarante ans, connue comme la limite de Greisen-Zatsepin-Kuzmin (GZK).

Cette théorie prévoit que la plupart des rayons cosmiques d'énergie supérieure à la

limite GZK ne parviennent même pas jusqu'à la Terre en raison de ces freinages. Vérifier cette hypothèse a été le but d'une bonne partie des travaux réalisés dans la physique de ces particules exceptionnelles.

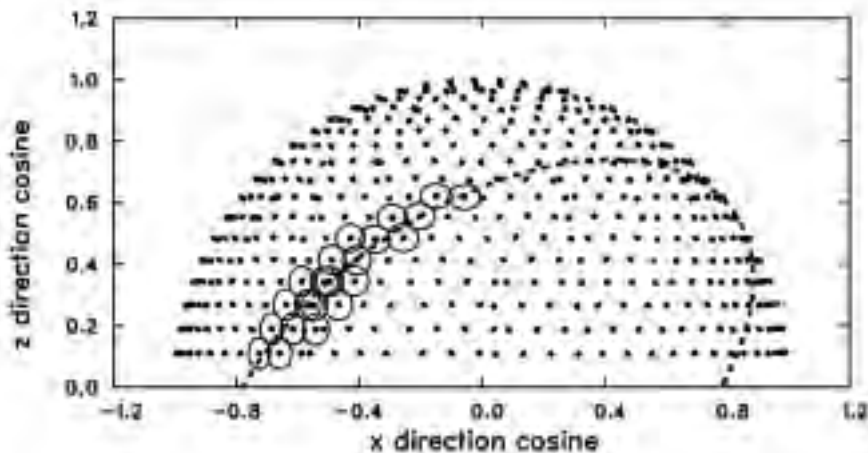
*Les rayons cosmiques ne sont pas détectés directement mais via l'émission produite dans l'atmosphère. Deux sites séparés de 12 km comprennent respectivement 22 et 42 télescopes à grand champ munis chacun de 256 tubes photomultiplicateurs ayant un champ de  $1^\circ \times 1^\circ$ . On couvre ainsi en mode stéréoscopique une bonne partie du ciel et l'on peut reconstruire la trajectoire. Le profil de l'intensité le long de celle-ci permet de déterminer d'autres paramètres du rayon incident.*





*Arrangement géométrique des pixels d'un Fly's Eye (un ancêtre de HiRes fonctionnant jusqu'en 1993) sur le ciel, chaque pixel correspondant à un photomultiplicateur. En grisé, le tracé d'une gerbe déclenchée par un rayon cosmique.*

*Plot des événements observés avec FE1 (Fly's Eye 1) lors de l'arrivée d'un rayon cosmique record de  $3,2 \cdot 10^{20}$  eV en novembre, 1991. Cela correspond à 50 Joules, soit l'énergie d'une balle de baseball lancée avec vigueur, et cinq fois autant que la limite GZK.*



Il s'avère donc qu'il existe bien une telle limite. Cette conclusion de HiRes est confortée par les données obtenues au nouvel observatoire de rayons cosmiques « Auger » en Argentine, mais contredit ce qui avait été suggéré par les observations de l'Akeno Giant Air Shower Array (AGASA), un équipement installé au Japon qui avait détecté environ dix fois plus de ces rayons cosmiques de haute énergie.

En novembre, sur base de données obtenues à l'observatoire Auger en Argentine, des astronomes avaient publié une étude suggérant que les rayons cosmiques les plus énergétiques provenaient de noyaux actifs de galaxies (AGN), sites présumés de trous noirs supermassifs.

Les AGNs sont distribués de façon uniforme dans tout l'univers. S'ils émettent ces rayons cosmiques, la confirmation de la limite GZK indique qu'ils sont au moins à 150 millions d'années-lumière, bien au-delà du superamas local de galaxies.

Certains résultats non encore publiés de HiRes ne montrent pas la même corrélation entre rayons cosmiques ultra-énergétiques et noyaux actifs de galaxies de sorte qu'il reste un doute sur l'origine de ces rayons. Il est cependant clair que la source est très lointaine.

Les rayons cosmiques sont des particules subatomiques, principalement des protons, mais aussi des noyaux d'hélium et d'éléments

*Le sursaut spectaculaire de GRB 080319B a été observé par Swift (à gauche le X-ray Telescope, à droite l'Optical/Ultraviolet Telescope). Ce fut de loin le plus brillant afterglow jamais vu pour un GRB. On admet qu'il aurait pu être décelé à l'oeil nu.*  
(© NASA/Swift/Stefan Immler, et al.)

plus lourds comme l'oxygène, le carbone ou l'azote. Les rayons cosmiques dont il est question ici ont des énergies supérieures à  $10^{18}$  électronvolts (le record est  $3,2 \cdot 10^{20}$  eV) et sont des centaines de millions de fois plus énergétiques que les particules produites dans nos plus puissants accélérateurs. La limite GZK s'établit à  $6 \cdot 10^{19}$  eV. HiRes n'a détecté que 13 rayons la dépassant, alors qu'il aurait dû en détecter 43 en l'absence d'une telle limite.

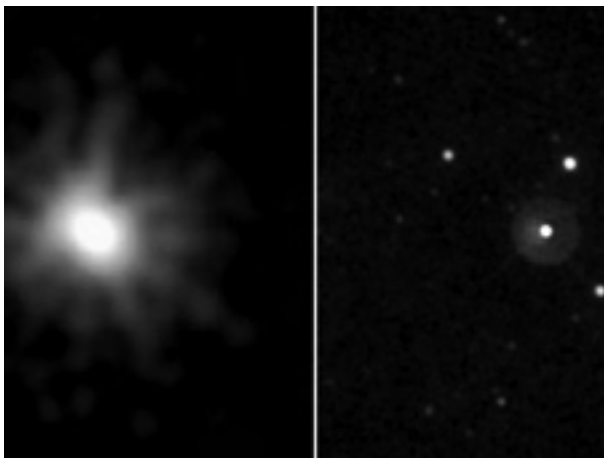
### **Un GRB record**

Une puissante explosion stellaire a été détectée le 19 mars par le télescope spatial Swift de la NASA. Il s'agissait d'un sursaut gamma (GRB) exceptionnel qui s'est avéré être l'objet le plus lointain visible à l'œil nu.

La plupart des sursauts gamma ont lieu lorsqu'une étoile massive tombe en panne de carburant. La baisse de pression entraîne l'effondrement du noyau sur lui-même en un trou noir ou une étoile à neutrons. Le phénomène provoque une intense émission de rayons gamma et de particules sous forme de jets qui traversent l'espace pratiquement à la vitesse de la lumière. Ces sursauts gamma sont les explo-

*GRB 080319B est le petit point au centre de cette image prise en lumière visible par une équipe polonaise qui surveille le ciel pour détecter des phénomènes transitoires.*

(© Pi of the Sky)

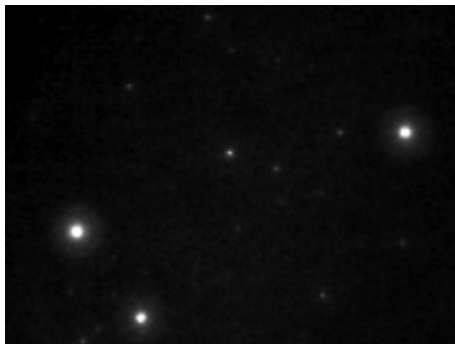


sions les plus brillantes de l'univers depuis le Big Bang.

Le sursaut a été détecté par le Swift's Burst Alert Telescope et ses coordonnées le plaçaient dans le Bouvier. On l'a désigné sous le nom GRB 080319B tout simplement parce que c'était le deuxième de cette journée.

Les deux autres instruments de Swift, le télescope X et le télescope Ultraviolet/Optique ont également observé un signal brillant. Des télescopes au sol l'ont vu à une magnitude de l'ordre de 5 ou 6. Le GRB était donc à la portée de l'œil dans un ciel bien noir.

Le Very Large Telescope de l'ESO, au Chili, et le Hobby-Eberly Telescope au Texas ont pu obtenir des spectres et mesurer un redshift de 0.94. Le redshift permet d'estimer



la mesure de la distance d'un objet. Une valeur de 0.94 correspond à une distance de 7,5 milliards d'années-lumière et donc à un âge de l'univers moitié de son âge actuel. Le Soleil et la Terre n'existaient pas encore.

Avec 2 millions et demi de fois la luminosité de la plus brillante supernova, GRB 080319B est l'astre intrinsèquement le plus brillant jamais observé.

Il est possible que des sursauts de ce genre aient déjà été aperçus occasionnellement à l'œil nu, sans être distingués d'étoiles banales. En ce qui concerne les astres habituels, le plus lointain visible à l'œil nu, quoique difficilement, est la galaxie M33 du Triangle à 3 millions d'années-lumière, suivie par M31, la

galaxie d'Andromède, à 2 millions d'années-lumière.

L'analyse de GRB 080319B commence seulement. On ne sait donc pas encore pourquoi le sursaut a été si brillant. Était-il intrinsèquement très puissant, ou y a-t-il eu un effet directionnel, le rayonnement ayant été émis en un mince jet pointé par hasard œvers nous ? Plusieurs semaines après l'événement, l'astre était encore visible dans des images prises par le télescope spatial Hubble.

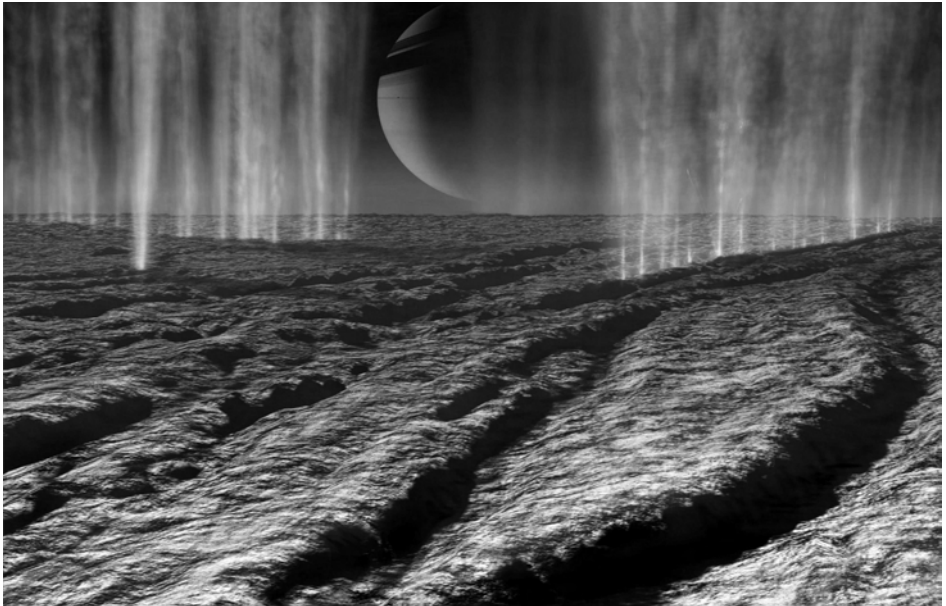
Fait remarquable, GRB 080319B n'était que l'un de quatre GRB détectés le même jour par Swift, un autre record !

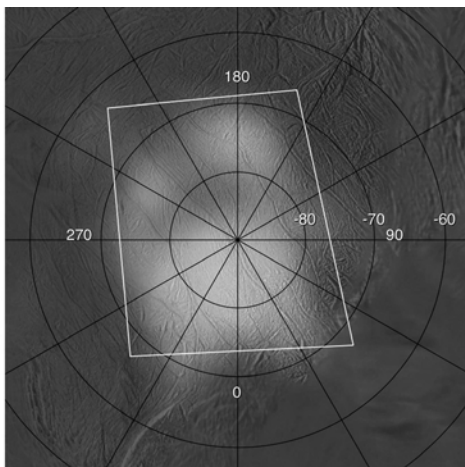
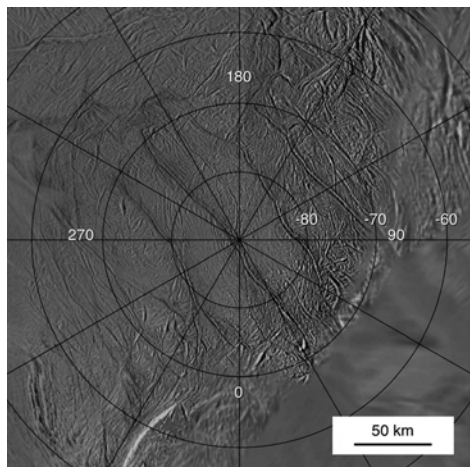
## ***Cassini frôle Encelade***

Le 12 mars, la sonde Cassini a frôlé la lune de Saturne, Encelade, à une altitude de 50 kilomètres. Il a traversé les nuages émis par les geysers alors qu'il était à 200 kilomètres de la surface et a pu mesurer in situ un échantillon des gaz, révélant ainsi des composés organiques mélangés à de la vapeur d'eau.

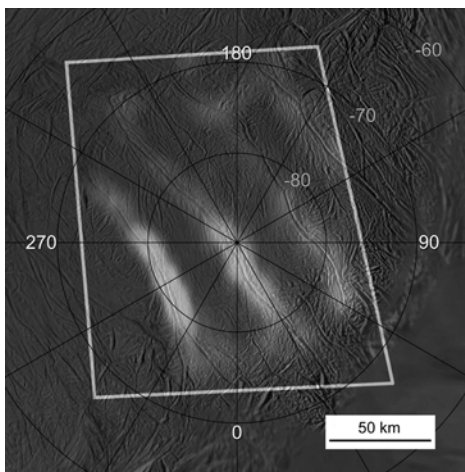
La cartographie thermique de la région polaire sud a été précisée, montrant des tempé-

***Vue d'artiste de la région polaire australe d'Encelade montrant des jets massifs de particules de glace. L'absence d'atmosphère et la faible gravité font que ces jets ne forment pas de panaches retombants. Ils alimentent le vaste anneau E de Saturne.***  
(© NASA/JPL/Karl Kofoed)





*Ces images montrent le pôle sud d'Encelade en lumière visible (en haut à gauche), et la superposition des images visible et thermique (à droite). L'image du haut a été obtenue à partir des données récoltées en 2005, tandis que celle du bas montre la meilleure définition apportée par le survol rapproché du 12 mars. On voit que les zones chaudes d'émission thermique suivent le tracé des « rayures de tiges ». (© NASA/JPL/GSFC/SwRI/SSI)*



ratures supérieures à ce que l'on croyait, particulièrement le long de crevasses géantes, les fameuses « rayures de tigre » d'où émergent au moins quatre geysers. La friction exercée par les vapeurs sur la sonde a perturbé très légèrement son mouvement ce qui a permis d'en déduire leur densité.

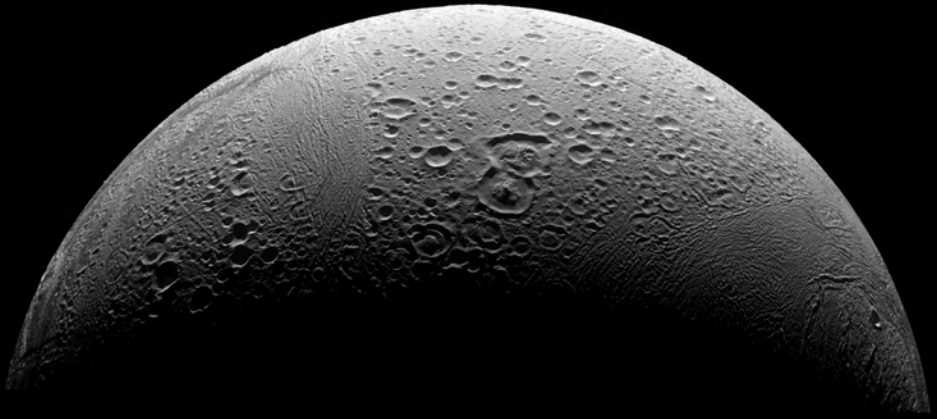
La composition du mélange ressemble à celle trouvée dans les comètes. Encelade n'en est pas pour autant une comète. Elle ne tourne pas autour du Soleil, n'a pas de queue, et son activité n'est pas dictée par le Soleil, mais par sa chaleur interne, elle-même la conséquence des mouvements orbitaux.

La relativement haute température des crevasses suggère que de l'eau à l'état liquide

existe non loin sous la surface, et la comparaison avec ce que l'on connaît sur (et sous) Terre indique qu'une vie microbienne n'est pas impossible. Des microbes existent là où la lumière solaire ne parvient pas et où, faute de photosynthèse, il n'y a pas d'oxygène. Ce n'est pas le Soleil qui fournit l'énergie mais la géothermie, conséquence de la désintégration radioactive de certains éléments.

Sur Encelade, il existe bien les ingrédients qui semblent indispensables à l'apparition de la vie, l'eau liquide, de l'énergie et une





*Avant d'analyser de près les geysers du sud, Cassini a photographié de plus loin (32 000 km) la zone nord du satellite. Cela a permis une comparaison intéressante avec le pôle sud. Les terrains du nord sont beaucoup plus anciens. Ils portent quelques-uns des plus gros cratères et montrent des traces d'activité tectonique.*  
(© NASA/JPL/Space Science Institute)

soupe de molécules complexes. Ce sont des conditions nécessaires, mais rien ne permet de dire qu'elles sont suffisantes.

Les scientifiques tenteront de mieux cerner le problème en analysant plus finement les geysers au cours de futurs survols par Cassini. A plus long terme, on pourrait planifier l'atterrissage d'une sonde près d'un geyser, voire la collecte d'échantillons qui seraient ramenés sur Terre.

## ***Exoplanètes en transit***

L'observation de transits s'affirme comme une méthode très efficace pour découvrir des exoplanètes. Elle peut être utilisée avec de minuscules télescopes et est infiniment moins onéreuse que la méthode spectroscopique. Utilisant cette technique, les télescopes de la collaboration SuperWASP (Wide Area Search for Planets) viennent de découvrir dix exoplanètes en quelques mois, portant la moisson totale du projet à 15. Sur environ 300 exoplanètes découvertes à ce jour par différentes équipes on en compte 46 passant devant le disque de leur étoile à chaque cycle orbital, créant ainsi une légère diminution de leur intensité lumineuse.

Ces « planètes à transits » sont assez rares, mais le phénomène permet de déterminer leur taille. La méthode des vitesses radiales (léger déplacement de l'étoile dû à la présence

de la planète) permet d'en déterminer la masse exacte et donc la densité moyenne.

Ces nouvelles découvertes viennent ainsi compléter l'échantillon. Elles permettront de mieux comprendre les mécanismes de formation et d'évolution des systèmes planétaires.

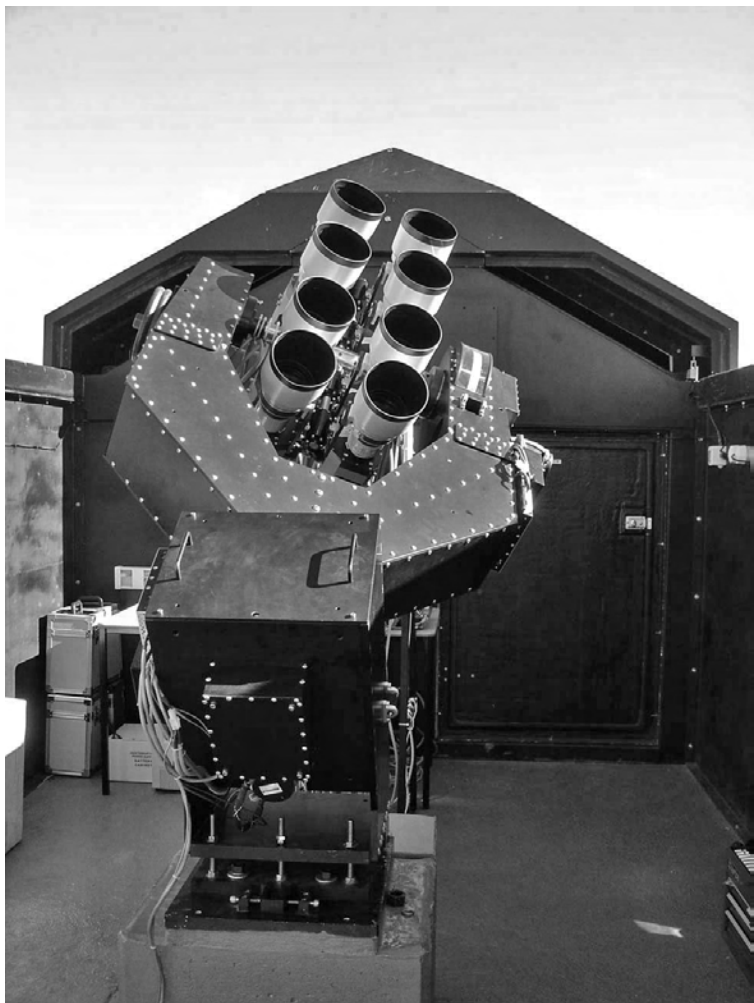
Parmi les programmes de recherche d'exoplanètes, SuperWASP regroupe des astronomes britanniques, français et suisses et tente de détecter les transits à partir de deux groupes de télescopes au sol (l'un dans l'hémisphère sud et l'autre dans l'hémisphère nord). Un second programme observe les étoiles à la recherche de transit depuis l'espace. Il s'agit de la mission spatiale CoRoT du CNES dont le consortium de recher-

che regroupe de nombreux laboratoires européens.

Une fois un transit détecté il est nécessaire de vérifier la nature planétaire des candidats, ou alors de les identifier comme des étoiles doubles ou variables. C'est là que le rôle d'un spectrographe est essentiel.

À l'Observatoire de Haute-Provence, le spectrographe SOPHIE a ainsi permis de mesurer la masse des planètes détectées par SuperWASP. Elle peut aller de 0,5 à plus de 8

*SuperWASP comporte deux observatoires robotiques opérant toute l'année et couvrant les deux hémisphères célestes. Le premier, SuperWASP-North, est situé sur l'île de La Palma aux Canaries, au sein du groupe de télescopes de l'ING (Isaac Newton Group of telescopes). Le second, SuperWASP-South, est au SAAO (South African Astronomical Observatory), près de Sutherland, en Afrique du Sud. Les observatoires consistent en huit caméras à grand angle qui monitorent le ciel en permanence, surveillant ainsi la luminosité de millions d'étoiles, à la recherche d'événements de transits.*  
(© SuperWASP)

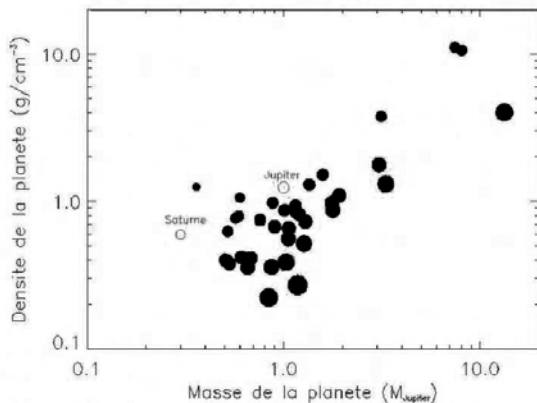


fois la masse de Jupiter. Ce nouvel échantillon traduit la grande diversité des planètes. La plus massive est d'ailleurs parmi les exoplanètes les plus massives connues à ce jour. Quelques-unes de ces planètes sont tout aussi exotiques par leur période orbitale.

*Le vénérable télescope de 193 cm de l'observatoire de Haute-Provence se spécialise dans les exo-planètes grâce à son spectrographe SOPHIE.*







*Pour les 38 planètes à transit connues, on a une estimation de la masse, du rayon, de la densité moyenne, et de la période orbitale. Ce diagramme montre l'extrême diversité des exoplanètes, en termes de masse, rayon et densité... des éléments importants pour comprendre comment les planètes, et en particulier la Terre, se sont formées. La taille des disques est proportionnelle au diamètre des planètes.*  
(© OAMP/CNRS/INSU)

L'une d'elles, WASP-12b, orbite en 1,1 jour autour de son étoile. C'est la plus courte période jamais observée. Cette planète est tellement proche de son étoile que l'on peut estimer que la température à sa surface peut atteindre jusqu'à 2 300°C.

Cette diversité remet en cause les modèles théoriques de formation et de structure interne de ces objets. En effet, aucun modèle ne peut à ce jour expliquer la faible densité de certaines planètes. Leur large rayon n'est qu'en partie explicable par la forte irradiation reçue de l'étoile.

Plus les chercheurs connaîtront de systèmes exoplanétaires, plus ils pourront apporter de réponses à ces questions et mieux ils comprendront comment se forment et évoluent les systèmes planétaires et plus particulièrement le nôtre.

## Une naine brune très froide

*Communiqués CFHT/INSU/CNRS*

Les naines brunes sont des objets n'ayant pas une masse suffisante pour enclencher ou maintenir la fusion nucléaire en leurs centres. Elles sont moins massives et plus froides que les étoiles, mais plus massives et plus chaudes que les planètes. La nouvelle naine

brune découverte, CFBDS J005910.83-011401.3 (que l'on peut abrégé en CFBDS0059), se rapproche particulièrement d'une planète géante par sa température (de 350°C, soit seulement 500 degrés de plus qu'une planète telle que Jupiter). Les observations montrent surtout, pour la première fois, la présence d'ammoniac dans son spectre proche infrarouge, une caractéristique jusqu'à présent spécifique des planètes géantes telles que Jupiter et Saturne.

Jusqu'à maintenant deux classes de naines brunes étaient connues :

- les naines L (~2 000°C -1 200°C) présentant des nuages de poussières et d'aérosols se formant dans la haute atmosphère;
- les naines T (dont la température est inférieure à 1 200°C) pour lesquelles le méthane se forme dans l'atmosphère et change profondément le spectre.

La présence d'ammoniac dans l'atmosphère de CFBDS0059 en fait l'archétype d'une nouvelle classe de naines brunes : les naines Y.

*La naine brune est l'objet central (très rouge...). À gauche se trouvent deux galaxies infiniment plus lointaines.*

(© Canada-France-Brown-Dwarf-Survey)





*Les trois télescopes ayant permis la découverte de la naine brune CFBDS0059 : en bas le CFHT (Canada France Hawaii Telescope), en haut à gauche le NTT (New Technology Telescope) et en haut à droite Gemini Nord. (© J.-C. Cuillandre, CFHT ; E.S.O ; Gemini Observatory/AURA)*

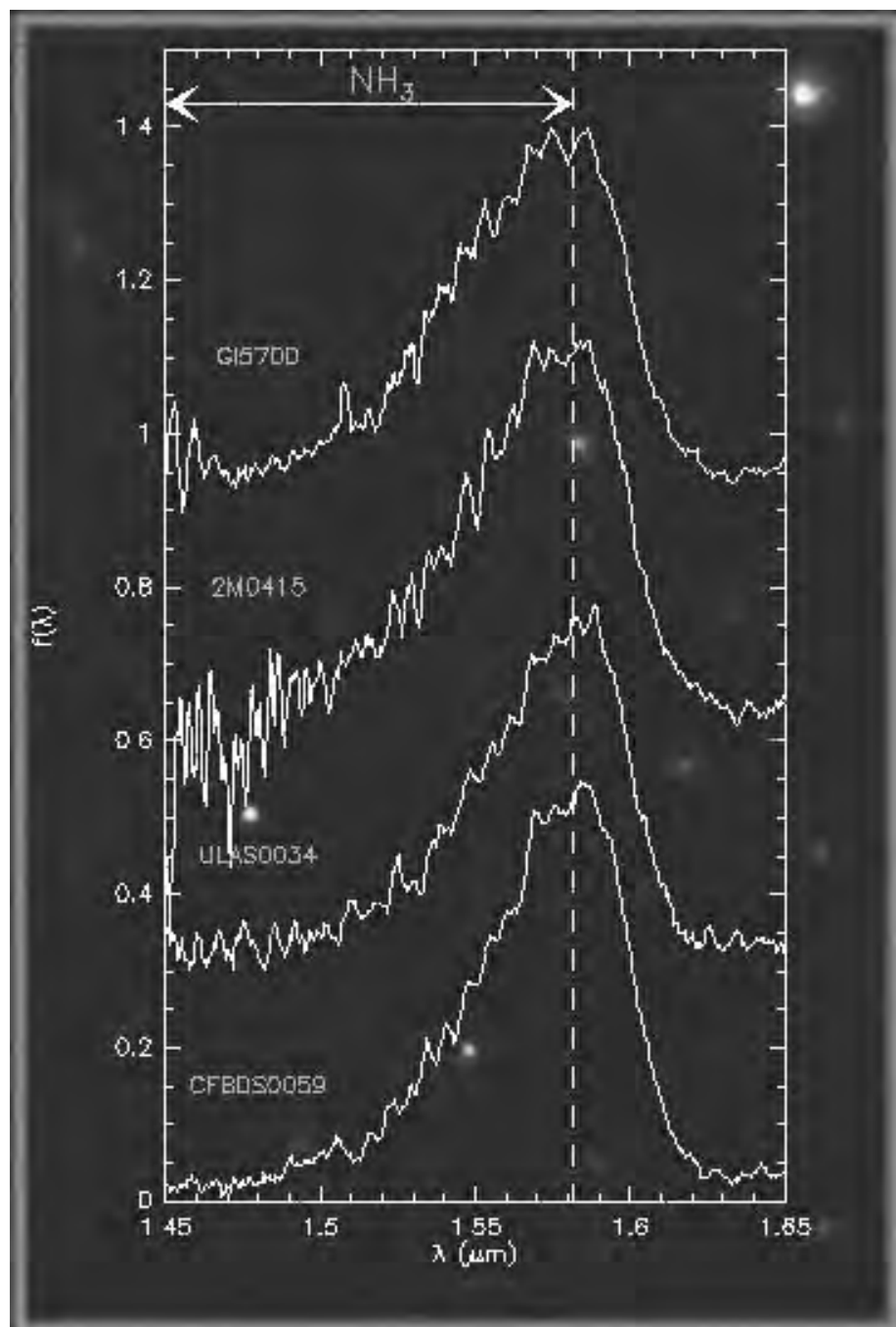
Celles-ci seraient l'ultime classe d'objets avant d'entrer dans le domaine des exoplanètes. Il s'agit de la dernière classe de naines brunes permettant ainsi de disposer d'un continuum d'objets allant des étoiles les plus chaudes aux planètes géantes.

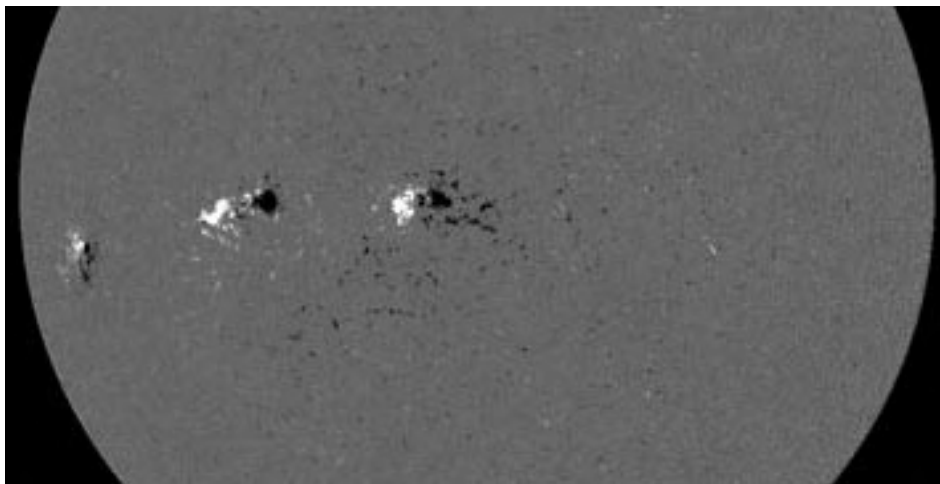
Les naines Y vont apporter des informations essentielles sur les exoplanètes. En effet, il est très délicat d'étudier les atmosphères de ces dernières car leurs lumières sont noyées dans celles beaucoup plus importantes de leurs étoiles. Les naines brunes étant isolées dans l'espace, il est beaucoup plus facile d'y effectuer ces études avec précision. Ainsi l'obser-

vation de naines brunes ayant une température proche de celles des planètes géantes est essentielle pour mieux appréhender la physique de ces dernières.

CFBDS0059 a été découverte dans le cadre du relevé Canada-France Brown-Dwarfs Survey. L'objet a d'abord été identifié sur des images prises par la caméra grand champ MegaCam du CFHT (CNRS-INSU, CNRC, Université d'Hawaii); des images en infrarouge obtenues ensuite avec le New Technology Telescope de l'ESO (Observatoire de La Silla) ont été nécessaires pour confirmer sa nature très froide. Le spectre montrant la présence de l'ammoniac a enfin été observé avec le télescope Gemini-Nord (Hawaii, Mauna-Kea Observatoire).

*À la page suivante, spectres de la naine brune obtenus avec le télescope Gemini-North montrant le pic d'émission de l'ammoniac. (© Canada-France-Brown-Dwarf-Survey)*

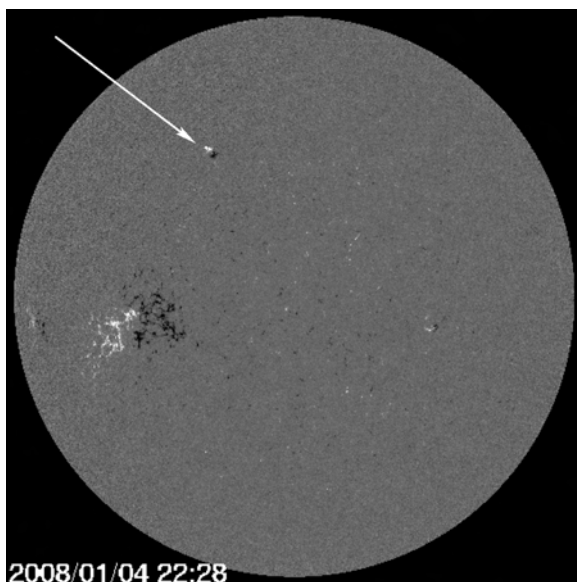




*Image du Soleil prise par le satellite SOHO le 28 mars 2008. En blanc, le « pôle sud » de la tache, en noir le nord.*  
(© NASA/ESA/SOHO)

## Cycle solaire

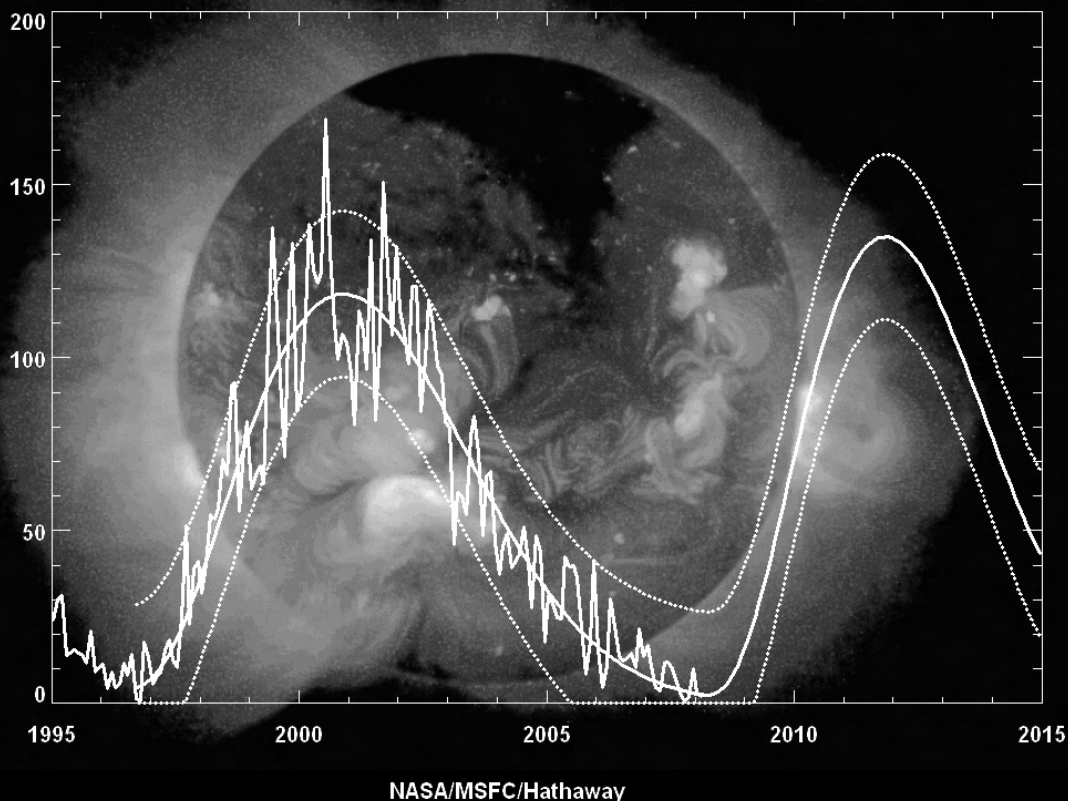
Quelques mois après l'annonce du début du cycle solaire undécennal 24, le cycle 23 resurgit. En fait il n'avait jamais cessé. Les trois grosses taches solaires récemment apparues, et figurant en couverture 2 de ce bulletin, appartiennent encore au cycle précédent comme l'indique leur polarité magnétique. La carte magnétique ci-jointe, obtenue par l'observatoire spatial SOHO, montre les pôles magnétiques nord et sud, et ils sont bien orientés conformément au cycle 23. Il est effectivement normal, à la jonction entre deux cycles d'avoir simultanément des taches des deux systèmes. Le cycle 23 n'est donc pas encore mort, il montre même une belle activité : le 25 mars 2008, la tache 989, a été le siège d'une éruption solaire de classe M2, c'est-à-dire « moyenne » dans l'échelle établie par les astronomes solaires.



*Sur cette image obtenue par l'imageur MDI de SOHO le 4 janvier 2008, on pouvait voir la première tache témoignant de l'arrivée du cycle 24*  
(© SOHO/EIT, ESA & NASA).



Cycle 23-24 Sunspot Number Prediction (March 2008)



*Le nombre de taches solaires est représenté en fonction du temps. On voit que 2008 correspond à un minimum de la courbe moyenne. Au-delà on a porté les prédictions faites par les scientifiques et, comme en météorologie, elles ne sont pas garanties.*  
(© NASA, D. Hathaway)

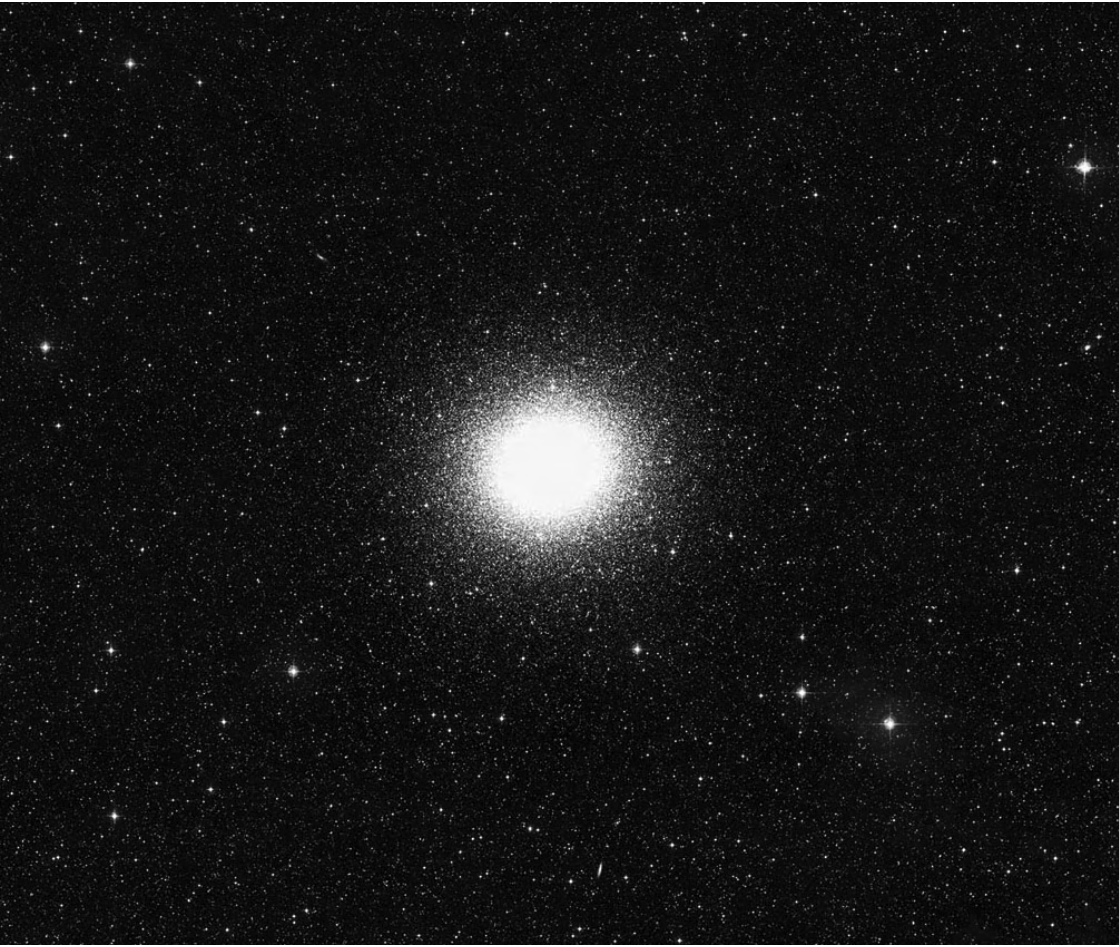
### ***Trou noir intermédiaire***

Un trou noir intermédiaire, trop lourd pour être stellaire, mais trop léger pour s'intituler supermassif, a été découvert dans l'amas globulaire oméga ( $\omega$ ) du Centaure grâce au télescope spatial Hubble et au télescope Gemini South. Ce type rarissime de trou noir - on en

connaît un autre dans l'amas G1 de la galaxie d'Andromède - semble n'exister que dans des galaxies naines débarrassées de leurs étoiles périphériques et pourrait représenter les premiers stades d'un trou noir supermassif.

On soupçonne cependant qu'il y en a un dans le Grand Nuage de Magellan : il serait à l'origine de la grande vitesse d'une étoile traversant notre Galaxie.

Oméga Centauri, l'amas globulaire le plus grand et le plus brillant du ciel visible à l'œil et est l'une des cibles favorites des amateurs de l'hémisphère austral (décidément très gâtés, ils ont aussi l'amas du Toucan à leur disposition). À 17 000 années-lumière,  $\omega$  Cen est situé juste au-dessus du plan de la Voie Lactée



*L'amas globulaire Oméga Centauri (NGC 5139). Le champ est d'environ deux degrés.*  
(© NASA/ESA/DSS2)

et, dans un ciel bien noir, il apparaît à peu près aussi gros que la Pleine Lune.

À partir d'images obtenues avec le « Hubble Space Telescope's Advanced Camera for Surveys » et des spectres pris avec le spectrographe GMOS du télescope Gemini South au Chili, les scientifiques ont pu montrer que l'amas globulaire contient bien un trou noir de masse intermédiaire en son centre.

Il y aurait ainsi une distribution continue des masses des trous noirs, depuis les super-massifs que l'on trouve au sein des galaxies jusqu'aux plus petits de masses stellaires et provenant de l'effondrement d'étoiles.

Les astronomes ont mesuré la luminosité et les mouvements des étoiles du cœur de l'amas globulaire. Les vitesses sont reliées par la loi de Newton à la masse de l'amas et elles apparaissent bien trop élevées lorsque l'on estime cette masse à partir du nombre et du type des étoiles observées. Il faut donc qu'il existe quelque-chose de massif et d'invisible au cen-

tre de l'amas pour régler le ballet des étoiles, et le candidat le plus probable est un trou noir de 40 000 masses solaires.

Cette découverte a d'importantes implications sur la nature-même de l'amas  $\omega$  Centauri. Les amas globulaires contiennent jusqu'à un million d'étoiles rassemblées de façon compacte sous l'effet de la gravitation. On les trouve aux abords de nombreuses galaxies, la nôtre par exemple. L'amas du centaure possède certaines caractéristiques qui le distinguent des autres amas. Il tourne plus vite que l'amas typique, sa forme est fortement aplatie et il contient plusieurs générations d'étoiles au lieu d'une seule. Il est aussi dix fois plus massif que les autres gros amas, quasi autant qu'une petite galaxie.

Le fait que les trous noirs de masse intermédiaire soient rares et existent dans d'anciennes galaxies naines dépouillées de leurs étoiles

périphériques renforce l'idée qu' $\omega$  Cen serait l'une de ces galaxies naines et non un amas globulaire. Les étoiles auraient été perdues lors d'une rencontre très rapprochée avec la Voie Lactée.

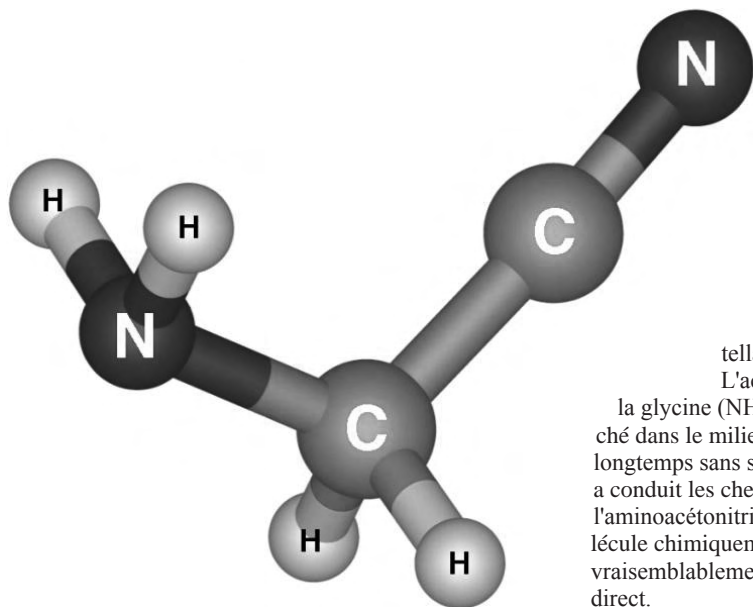
## ***Aminoacétonitrile interstellaire***

*Basé sur un communiqué INSU/CNRS*

C'est avec un radiotélescope de 30 mètres de diamètre dans la Sierra Nevada espagnole et deux réseaux de radiotélescopes en France et en Australie que des astronomes ont pu détecter pour la première fois une molécule proche chimiquement d'un acide aminé : l'aminocétonitrile. Cette découverte est d'autant plus spectaculaire que la molécule est probablement un précurseur direct de la glycine,

***Interféromètre du Plateau de Bure de l'IRAM.***  
(© André Rambaud. IRAM)





**Représentation 3D  
de l'acide aminé  
Aminoacétonitrile  
( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ ).**

© *Sven Thorwirth.  
MPIfR.*

aucun n'a pu être identifié dans l'espace interstellaire jusqu'à ce jour.

L'acide aminé le plus simple, la glycine ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ), est recherché dans le milieu interstellaire depuis longtemps sans succès. Cette difficulté a conduit les chercheurs à s'intéresser à l'aminocétonitrile ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ ), une molécule chimiquement proche de la glycine, vraisemblablement même un précurseur direct.

acide aminé essentiel et élément constitutif de la vie. Le nuage interstellaire où la molécule organique a été trouvée, est une condensation de gaz « chaud » (100 à 200 °K) et très dense à l'intérieur de la région de formation d'étoiles Sagittarius B2. C'est d'ailleurs dans cette condensation d'un diamètre de seulement 0.3 année-lumière chauffée de l'intérieur par une étoile tout juste formée qu'ont été découvertes la plupart des molécules organiques connues jusqu'à ce jour dans l'espace, telles que l'éthanol, le formaldéhyde, l'acide formique, le glycoaldéhyde (un sucre) et l'éthylène glycol.

Depuis 1965, plus de 140 molécules ont ainsi été découvertes dans l'espace, à l'intérieur de nuages interstellaires et dans des enveloppes autour d'étoiles. Une grande partie de ces molécules sont organiques, c'est-à-dire basée sur le carbone. Les « bio-molécules » font en particulier l'objet d'une recherche intensive, notamment les acides aminés, « briques » élémentaires constituant les protéines et par conséquent éléments-clés pour l'apparition de la vie. Des acides aminés ont été découverts dans des météorites tombées sur Terre mais

Les scientifiques de l'Institut Max Planck de Radioastronomie à Bonn (Allemagne) ont maintenant trouvé pour la première fois des traces de cette molécule. Avec le radiotélescope de 30 mètres de l'IRAM(1) en Espagne, ils ont enregistré un spectre constitué d'une forêt dense de 3 700 raies émises par des molécules complexes. Les atomes et les molécules rayonnent en effet à des fréquences bien déterminées et produisent des raies caractéristiques dans le spectre du rayonnement. En analysant ces raies spectrales, les astronomes peuvent déterminer la composition chimique des nuages cosmiques. Plus une molécule est grosse, plus elle a de possibilités de libérer son énergie interne sous forme de rayonnement. C'est la raison pour laquelle les molécules complexes émettent beaucoup de raies spectrales qui sont très peu intenses et donc difficiles à identifier dans la « jungle spectrale ».

Malgré ces obstacles, les chercheurs ont réussi à attribuer clairement à la molécule aminocétonitrile 51 raies très faibles. Ce résultat a été confirmé à une résolution spatiale 10 fois meilleure avec deux réseaux de radiotélescopes, l'Interféromètre de l'IRAM sur



le Plateau de Bure en France et l'interféromètre « Australia Telescope Compact Array » en Australie. Ces observations complémentaires ont permis de montrer que les raies émises provenaient bien de la même position à l'intérieur du nuage moléculaire, confirmant l'identification.

La découverte de l'aminoacétonitrile étend notre compréhension de la chimie des régions denses et chaudes de formation d'étoiles et présage de l'identification prochaine d'autres molécules organiques encore plus complexes dans le gaz interstellaire.

## ***Aspects cachés de Jupiter***

*Communiqué ULg*

Des chercheurs du Laboratoire de Physique Atmosphérique et Planétaire de l'ULg ont récolté une nouvelle moisson de découvertes sur Jupiter grâce au télescope spatial Hubble. Sur Terre, les aurores polaires sont totalement contrôlées par le vent solaire. Par contre, sur Jupiter, les aurores sont beaucoup plus influencées par ce qui se passe à l'intérieur de sa magnétosphère. Les nouvelles découvertes de ces chercheurs dévoilent des aspects surprenants de ces aurores qui remettent en cause nos connaissances de la planète géante.

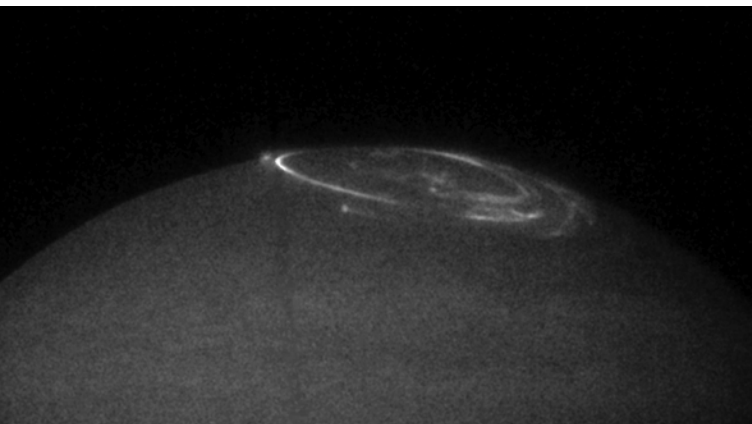
Fin février 2007, la sonde New Horizons de la NASA a survolé Jupiter avant de continuer son chemin vers Pluton. Ce fut une occasion unique d'observer Jupiter à la fois

depuis la sonde et depuis la Terre. Une équipe internationale de scientifiques a donc entrepris une grande campagne d'observation de Jupiter avec le télescope spatial Hubble. Les résultats de cette campagne ont permis aux planétologues liégeois d'attirer l'attention des scientifiques sur des aspects inattendus de ces aurores polaires. Ils viennent de faire l'objet de deux nouvelles publications internationales.

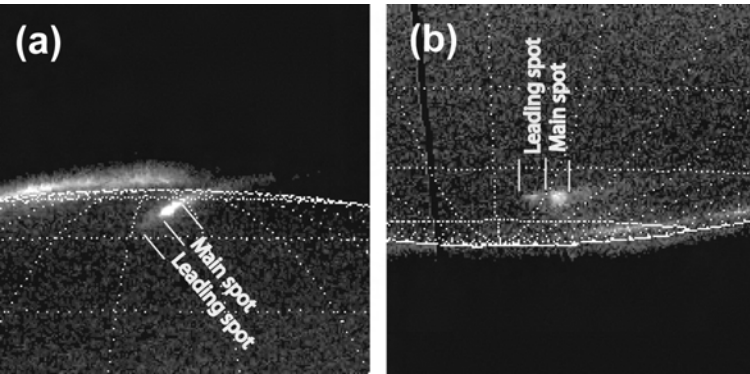
## **Les empreintes d'Io**

Le satellite Io est l'astre le plus volcanique du système solaire. Ses volcans relâchent de grandes quantités de particules dans la banlieue de Jupiter. Ensuite ces particules se chargent électriquement et entrent en rotation autour de la planète géante. Dans ce flux de particules chargées qui tournent autour de Jupiter, Io forme alors un obstacle. Il génère des ondes tout comme un rocher crée des vagues dans le courant d'une rivière. Ces ondes se propagent vers Jupiter et engendrent des aurores semblables aux aurores boréales sur Terre. Les émissions aurorales liées à Io sont présentes dans chaque hémisphère de Jupiter et sont appelées empreintes d'Io.

Analyser l'interaction entre Io et Jupiter est fascinant parce que c'est l'exemple typique de ce qui se passe quand un astre conducteur d'électricité tourne autour d'un autre possédant un fort champ magnétique. Des interactions électromagnétiques similaires sont probablement très communes dans l'univers.



*Image ultraviolette du pôle nord de Jupiter prise par le télescope spatial Hubble. Parmi les multiples structures aurorales, l'empreinte de Io est la plus australe, près du centre de l'image. Cette tache est toujours située au pied des lignes de force aboutissant au satellite Io. (© LPAP/Université de Liège)*



*Exemple de tache avant (a), dans l'hémisphère nord et (b) dans l'hémisphère sud.*

(© American Geophysical Union)

verte fera la couverture de l'édition du 16 mars de la revue américaine *Geophysical Research Letters*.

Par exemple, des scientifiques pensent que ce genre d'interaction pourrait se produire entre certaines exoplanètes et leur étoile. Par contre, la Lune ne crée pas d'empreinte aurorale sur la Terre à la fois parce qu'elle n'est pas conductrice et parce qu'elle est trop éloignée.

L'empreinte d'Io consiste en une tache brillante, souvent suivie d'autres taches en aval par rapport au flux de particules chargées. Pour la première fois, des scientifiques de l'Université de Liège, en collaboration avec des collègues de l'Université de Cologne (Allemagne) ont mis en évidence l'apparition systématique d'une faible tache non plus en aval, mais en amont de la tache principale. Ils ont pu montrer que quand la tache principale était précédée d'une tache en amont dans un hémisphère, elle était suivie de taches en aval dans l'hémisphère opposé et vice-versa.

« Avant on n'avait observé que des taches en aval de la tache principale, mais seule la moitié des configurations possibles d'Io dans le champ magnétique de Jupiter avait été étudiées », explique Bertrand Bonfond, doctorant au Laboratoire de Physique Atmosphérique et Planétaire de l'ULg.

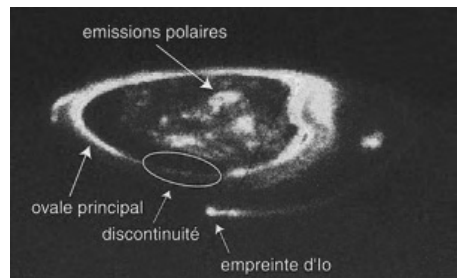
« Maintenant, on a une vue complète du phénomène et le résultat est assez surprenant parce que cette tache en amont n'était pas du tout prévue par les modèles ». Pour expliquer leurs dernières observations, les chercheurs ont proposé une nouvelle théorie. Celle-ci explique les taches en amont et en aval grâce à des faisceaux d'électrons qui peuvent voyager d'un hémisphère à l'autre. Leur décou-

### Morphologie de l'aurore polaire de Jupiter

Dans un second article, Aikaterini Radioti, chercheuse grecque en séjour post-doctoral au Laboratoire de Physique atmosphérique et planétaire de l'ULg, et ses collègues ont démontré pour la première fois qu'il existait une discontinuité systématique dans l'ovale auroral qui entoure chacun des pôles de Jupiter.

Cette discontinuité montre qu'il existe des inhomogénéités à la fois dans la façon dont les particules chargées circulent autour de Jupiter et dans les processus physiques qui ont lieu dans la magnétosphère de la planète. Ces observations ont été obtenues à partir de données fournies par Hubble. Un article à ce sujet vient d'être publié dans le *Journal of Geophysical Research* et a été sélectionné pour l'« Image of the Week » du site web de l'American Geophysical Union.

L'étude des aurores de Jupiter est une tradition longue de plus de seize ans au Laboratoire de Physique Atmosphérique



et Planétaire de l'Université de Liège. Ces dernières découvertes démontrent que ses chercheurs ne sont pas encore au bout de leurs surprises.

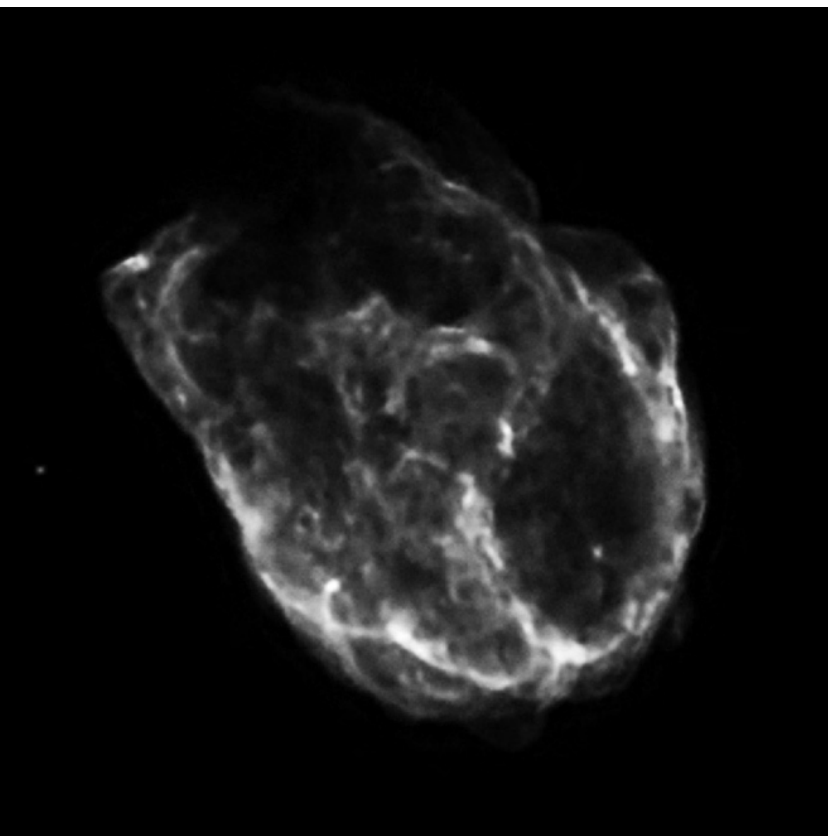
## ***N132D***

Le télescope spatial X Chandra a photographié les débris de l'explosion d'une étoile massive dans le Grand Nuage de Magellan. Ces vestiges, situés à 160 000 années-lumière sont les plus brillants du GNM et sont spécialement riches en oxygène. Nous devons probablement la majeure partie de l'oxygène que nous respirons à des explosions de ce genre qui éparpillent cet élément dans l'espace, lui

permettant ainsi de se recycler à l'occasion de nouvelles condensations d'étoiles et de systèmes planétaires.

Contrairement à d'autres restes de supernovae riches en oxygène, N132D montre une enveloppe bien distincte dont l'origine est inconnue. Elle pourrait avoir été créée par la radioactivité d'une bulle de nickel générée par l'explosion de la supernova. De telles bulles sont prédites par la théorie.

Le but ultime de ces observations de restes de supernovae est de mieux contraindre les caractéristiques des étoiles parentes, de mieux comprendre le mécanisme de l'explosion ainsi que la manière dont les éléments lourds sont disséminés dans l'espace interstellaire.



*Les restes de  
supernova  
N132D, dans le  
Grand Nuage de  
Magellan.  
Image X  
obtenue par le  
télescope spatial  
Chandra.  
(© NASA/  
CXCNCSU/  
K.J.Borkowski  
et al.)*